



TITLE:

繊維強化プラスチック歯車形工具 による小形歯車仕上げ加工法(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

藤澤, 孔裕

CITATION:

藤澤, 孔裕. 繊維強化プラスチック歯車形工具による小形歯車仕上げ加工法. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-07-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19236>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	藤 澤 孔 裕
論文題目	繊維強化プラスチック歯車形工具による小形歯車仕上げ加工法		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、医療設備、製造装置などに使用される小形ギヤードモータの静粛性を高めるため、小形歯車のバリと打痕の除去加工法と歯面仕上げ加工法を提案し、実験により調査した結果をまとめたものであって、6章からなっている。</p> <p>第1章は緒論であり、小形歯車のバリ、打痕、歯面の凹凸がギヤードモータの静粛性や信頼性に影響を与えるため、それらの除去が必要とされていることについて説明している。次に、現状の歯車のバリ打痕除去法、仕上げ加工法である歯車ホーニング加工、歯車ラッピング加工、バニシング加工について説明している。モジュールの小さな小形歯車のバリ打痕除去加工、歯面仕上げ加工の課題について説明し、小形歯車に適した工具と専有面積の小さい加工装置が求められていることを述べている。これらにもとづき、小形歯車のバリ打痕除去加工法と歯面仕上げ加工法を構築することを本研究の目的としている。</p> <p>第2章では、小形歯車のバリと打痕の除去に適した工具材料としてガラス繊維強化プラスチック GFRP（Glass Fiber Reinforced Plastic）を選定し、歯車形工具の製作方法とこの工具を用いた小形歯車のバリ打痕除去加工法を提案している。提案した GFRP 歯車形工具が、一般的な金属歯車の加工法と同じホブ切りにより製作可能であることを示している。GFRP 歯車形工具とワーク歯車を平行にかみ合わせて回転させる加工法の実験を行い、小形歯車のバリと打痕を除去できること、使用時に GFRP 歯車形工具に欠けが生じないことを証明している。次に、従来の加工法である砥粒入りナイロンブラシによる加工との比較実験を行い、GFRP 歯車形工具による除去加工の方が優れていることを示している。また、本加工法を小形歯車の量産加工工程に導入して GFRP 歯車形工具の耐久性について調査しており、工業的に十分な性能があることを示している。</p> <p>第3章では、GFRP 歯車形工具とワーク歯車をかみ合わせて回転させる方法を用いる場合、歯車のかみあいによるすべりが生じないピッチ点付近ではバリや打痕が除去されにくくなるため、これを解決するために、歯車の軸方向にオシレーション（振動）を付加したバリ打痕除去加工法を提案している。この方式では加工される歯車の諸元と加工条件によって歯端部でのすべり速度分布が異なり、バリや打痕の除去能力が変化すると推測されるため、すべり速度分布を求める理論式を構築している。この理論式により、歯車の回転によるすべり速度とオシレーションによるすべり速度を合成したすべり速度を求めることができる。この理論式を用いて分析を行い、最適な加工条件の設定方法を明らかにしている。そして、実験を行い、提案したオシレーション方式バリ打痕除去加工法の有効性を証明している。また、オシレーションを与えることで、打痕の除去加工時間を短縮できることを明らかにしている。</p> <p>第4章では、表面硬化熱処理された小形歯車を対象にした打痕除去法を報告している。熱処理されて表面硬度が高い小形歯車の歯端部や稜線に生じた打痕を除去するため、前述の GFRP 歯車形工具を用いて実験を行い、その結果、GFRP 歯車形工具ではガラス繊維の硬度が不足するため、打痕を除去できないことを示している。これを解決す</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	藤 澤 孔 裕
<p>るため、繊維硬度の高いアルミナ繊維強化プラスチック ALFRP（Alumina Fiber Reinforced Plastic）を工具材料に用いる歯車形工具を提案している。超硬ホブを用いて ALFRP 歯車形工具を製作する方法を提案し、実際に製作をすることで製作法の有効性を確認している。ALFRP 歯車形工具とオシレーション式歯車バリ打痕除去加工装置を使用して実験を行い、表面硬化された小形歯車の打痕を除去できることを証明している。また、ALFRP 歯車形工具を製作する際や、使用する際に工具に欠けを生じないことを確認し、工具の有効性を証明している。</p> <p>第 5 章では、表面硬化熱処理された小形歯車の歯面の凹凸を除去する方法を提案している。熱処理された小形歯車はひずみを除去するために再ホブ切り加工が行われるが、それによって歯面全体に切削痕が生じる。これを除去するために ALFRP 歯車形工具を歯面仕上げ加工に応用することを試みている。オシレーションだけを与えて歯面の仕上げ加工を行うと、歯面が均一に加工されず、歯面の中央部分に凹状の形状偏差を生じる。この問題を解決するため歯車を軸方向に低速で動作させるトラバース機構をバリ打痕除去加工装置に追加し、本装置を用いて実加工実験を行って、表面硬化熱処理された歯車の歯面全体の切削痕を均一に除去できることを示している。また、本加工法では歯元側でより多くの除去作用を受けるため、歯形形状の変化が生じることを明らかにした。これを防止するために圧力角を修正した ALFRP 歯車形工具を提案し、実験によりそれが有効であることを証明している。</p> <p>第 6 章は結論であり、本研究で得られた成果について要約している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、小形ギヤードモータ用の小形歯車の高精度化を実現するため、バリと打痕の除去法と歯面仕上げ加工法を確立することを目標にして研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 小形歯車のバリと打痕を除去する際に生じる工具の欠けの問題を解決するため、ガラス繊維強化プラスチック GFRP (Glass Fiber Reinforced Plastic) を用いた歯車形工具を提案している。GFRP 歯車形工具を製作し、実験を行い、従来は困難であった小形歯車のバリと打痕を除去できることを証明している。本加工法を小形歯車の量産加工に用いて、GFRP 歯車形工具が十分な耐久性があることを示している。
2. 歯車のかみあいによるすべりが生じないピッチ点付近にバリや打痕が残りやすい問題を解決するため、歯車の軸方向にオシレーション（振動）を与えるバリ打痕除去加工法を提案している。実験を行い、提案した加工法が有効であり、加工時間の短縮につながることを明らかにしている。また、歯端部でのすべり速度分布を求める理論式を構築し、最適な加工条件の設定方法を示している。
3. 熱処理されて表面硬度が高い小形歯車に生じた打痕を除去するために、アルミナ繊維強化プラスチック ALFRP (Alumina Fiber Reinforced Plastic) を工具材料に用いる歯車形工具を提案している。実際に工具を製作し、表面硬化熱処理された小形歯車の打痕の除去実験を行い、有効性を証明している。
4. 熱処理後の再ホブ切り加工によって生じる歯面の凹凸を除去するために、ALFRP 歯車形工具を歯面仕上げ加工に応用することを試みている。歯面の中央部が凹状となる問題を解決するため、歯車を軸方向に低速で動作させるトラバース動作を与えるオシレーション・トラバース式歯車歯面仕上げ加工装置を提案している。実験を行い、提案した歯面仕上げ加工法の有効性を示している。

本論文は新しい工具として繊維強化プラスチック歯車形工具を提案し、従来は困難であった小形歯車のバリ、打痕、歯面の凹凸の除去を実現している。本論文は、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 27 年 6 月 24 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。